

VENTILADORES DE TAKAOKA, DA SÉRIE, MODELO 840

Considerações Funcionais

DR. JOÃO JOSÉ DE CUNTO (*)
DR. JOSÉ AUGUSTO BIAGINI, E.A. (*)
DR. ROBERTO REYNALDO MELE (*)
DR. GETÚLIO LUPPI URSOLINO, E.A. (*)
DR. JOSÉ RUBENS PERANI SOARES (**)
DR. ROGÉRIO WALDEMARIN MESSEMBERG (***)

O oxigênio, é imprescindível, para a maior parte dos seres vivos, entretanto, mesmo assim, o seu uso não é isento de perigos principalmente quando utilizado em altas concentrações por tempo longo.

Devido a esse fato, ou seja, à "toxicidade do oxigênio", de preferência, deve ser empregado em mistura com ar atmosférico; é um modo de contornar sua "toxicidade".

Os autores apresentam alguns comentários a respeito de seu emprego, utilizando, para isso, os ventiladores, da série, modelo 840 de Takaoka; tecem considerações sobre as variações da concentração do oxigênio quando ocorrem alterações no volume corrente, no volume do adicional e no volume de um tubo colocado abaixo da entrada de oxigênio no sistema.

Pelo fácil manuseio e fácil controle de diferentes concentrações de oxigênio (desde 21%-ar-até 100%), que permitem, os ventiladores de Takaoka modelo 840, da série, são bastante solicitados dentro do uso diário em anestesiologia e, fora dela, algumas vezes.

Além do fácil manuseio, permitem uma série de adaptações, bastante úteis na especialidade, e já em uso. Também a manutenção desses ventiladores é simples, requerendo somente alguns cuidados essenciais a qualquer tipo de ventilador.

(*) Do Serviço de Anestesia do Hospital São Francisco, da Maternidade do Hospital São Francisco e do Instituto Ortopédico Infantil Santa Lydia de Ribeirão Preto — CET.

(**) Ex-residente do CET deste Serviço, 1974.

(***) Atual residente do CET deste Serviço, 1975.

Neste trabalho são expostas algumas ponderações: a respeito do cálculo do volume corrente, quando a entrada de oxigênio está abaixo ou após o fole; a respeito de como economizar oxigênio e agente inalatório, pelo uso de um tubo abaixo da entrada de oxigênio e, ainda, a respeito das alterações, que podem ocorrer, nas concentrações desse gás.

MATERIAL E MÉTODO

As observações foram efetuadas para os ventiladores de Takaoka, da série, modelo 840, apresentando as características:

1 — foles com diferentes capacidades (mililitros-ml) de acordo com o modelo: 830-840-850-855-860;

2 — válvula de ar (abaixo do fole) — unidirecional no sentido exterior-fole ⁽²⁾ e bidirecional no sentido fole-paciente ⁽²⁾. Permite entrada de ar;

3 — válvula de segurança-própria do ventilador;

4 — tubo de plástico com, aproximadamente, 50 centímetros (cm) de comprimento e 1 cm de luz, para crianças menores (usado no ventilador 830) e corrugado, para as maiores e adultos;

5 — válvula modelo 300, sem reinalação, unidirecional nos sentidos: fole-paciente ⁽⁵⁾ e paciente-exterior ⁽⁵⁾;

6 — adicional-entrada de oxigênio (ou O₂ + anestésico inalatório) no sistema, no caso, colocado abaixo da válvula de ar ⁽²⁾;

6 — adicional-entrada de oxigênio (ou O₂ + anestésico inalatório) no sistema, no caso, colocado abaixo da válvula de ar ⁽²⁾;

7 — tubo de plástico, abaixo do adicional ⁽⁶⁾, com diferentes capacidades (x ml de volume).

O volume do tubo 7 (figura 1) é facilmente calculado enchendo-o com água e medindo quantos ml foram necessários para isso.

Pelo fato da entrada de oxigênio (adicional-6) estar abaixo do fole, o volume corrente será igual ao volume do fole ($V_c = V_f$).

O cálculo da porcentagem de oxigênio, nas condições em apreço, adicional ⁽⁶⁾ e tubo ⁽⁷⁾ abaixo do fole, ou sem o tubo ⁽⁷⁾, $V_t = 0$, pode ser feita, diretamente, pela fórmula A:

$$\% O_2 = 21 + 79 \frac{V_{ad} + V_t}{V_c} \quad (A)$$

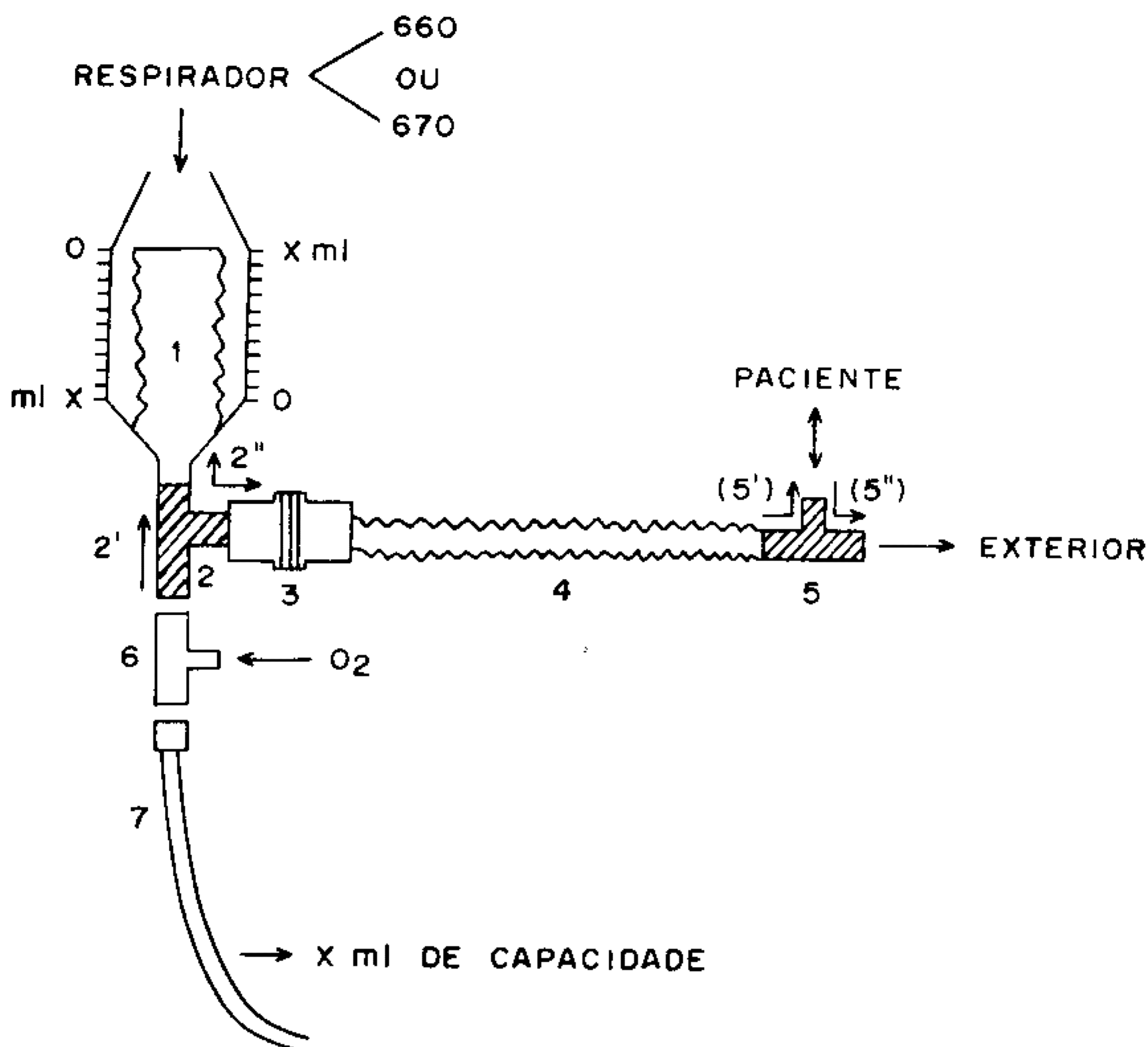


FIGURA 1

Representação esquemática do ventilador de Takaoka, da série, modelo 840.

SINONÍMIA:

- a) V_c = volume corrente (ml).
- b) F_r = frequência respiratória (ciclos/min).
- c) F_{ad} = fluxo do adicional (l/min); independe da frequência.
- d) V_t = volume (capacidade) do tubo 7 (ml).
- e) fase inspiratória — quando o fole desce.
- f) fase expiratória — quando o fole se eleva.
- g) V_{ad} = volume do adicional — volume de O_2 (ml) que penetra no sistema na fase expiratória e, também, na inspiratória, caso haja abaixo do adicional (6) um tubo (7) com capacidade (ml) maior que esse volume do adicional. É inversamente proporcional à frequência.
- h) V_f = volume no fole (ml).

Baseadas nessa fórmula A, três suposições diferentes foram estudadas, a saber:

1 — sendo o volume corrente (850 ml) maior que o volume do adicional (200 ml) e constantes, quais as variações de diferentes capacidades, crescentes [50 (B_1)-100 (C_1)-150 pacientes, quando não há o tubo 7 abaixo do adicional 6 (A_1

— gráfico 1 — dos resultados) e quando são colocados tubos de diferentes capacidades, crescentes [50 (B₁)-100 (C₁)-150 (D₁)-200 (E₁)-300 (F₁)-400 (G₁) ml — gráfico 1 dos resultados].

2 — sendo o volume do adicional igual ao volume do tubo (200 ml), constantes e menores que o volume corrente, quais as variações na porcentagem de O₂ na mistura (ar + O₂) fornecida aos pacientes, quando o volume corrente sofre aumentos [400 (A₂)-500 (B₂)-600 (C₂)-700 (D₂)-800 (E₂)-900 (F₂) ml — gráfico 2 — dos resultados].

3 — sendo o volume corrente (500 ml) maior que o volume do tubo (100 ml) e constantes, quais as variações na porcentagem de O₂ na mistura (ar + O₂) fornecida aos pacientes, quando o volume do adicional sofre aumentos [100 (A₃)-200 (B₃)-300 (C₃)-400 (D₃)-500 (E₃)-600 (F₃) ml — gráfico 3 — dos resultados].

RESULTADOS

A análise do gráfico 1 mostra, de acordo com a 1.^a suposição, as variações da concentração de oxigênio na mistura fornecida aos pacientes.

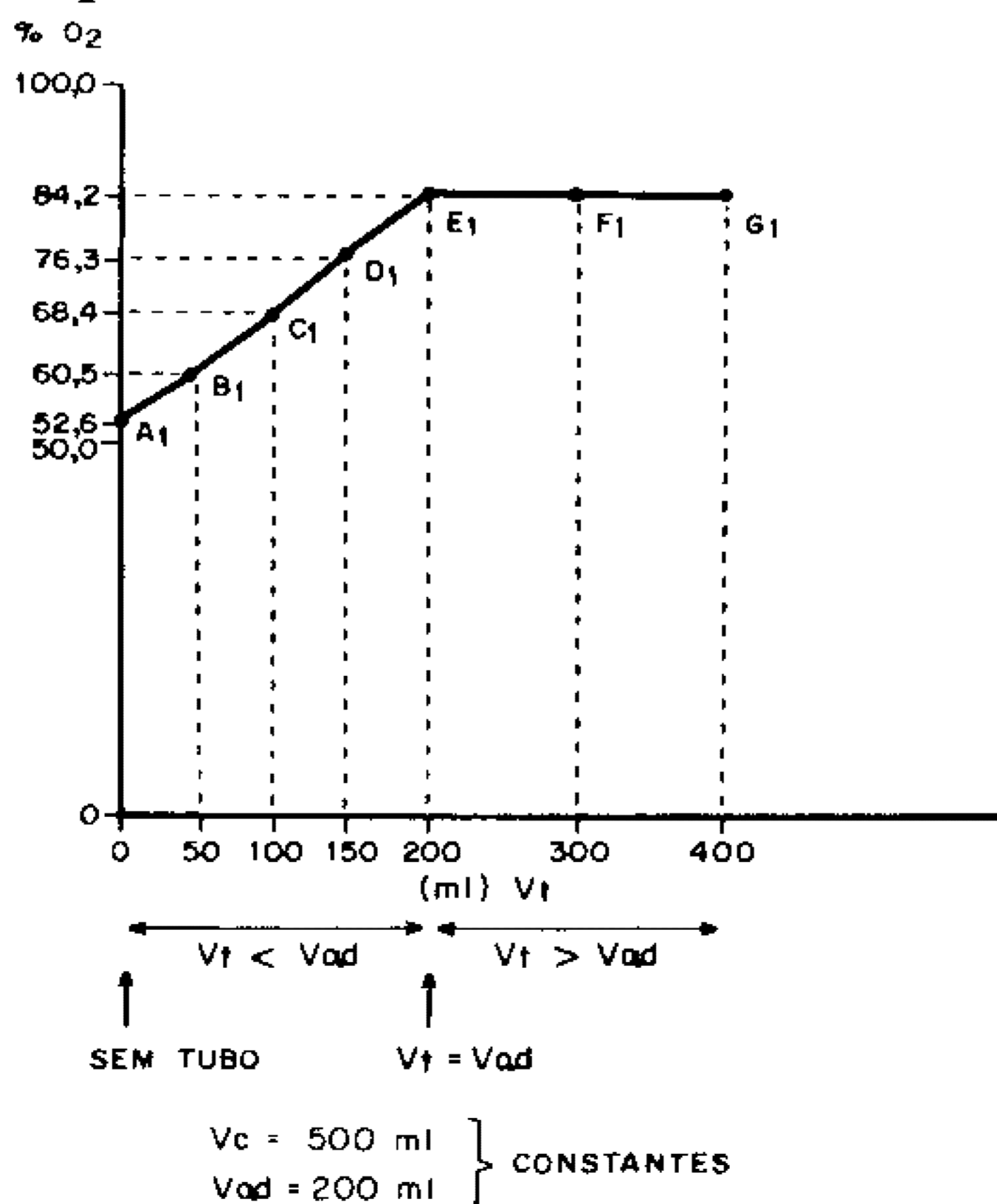
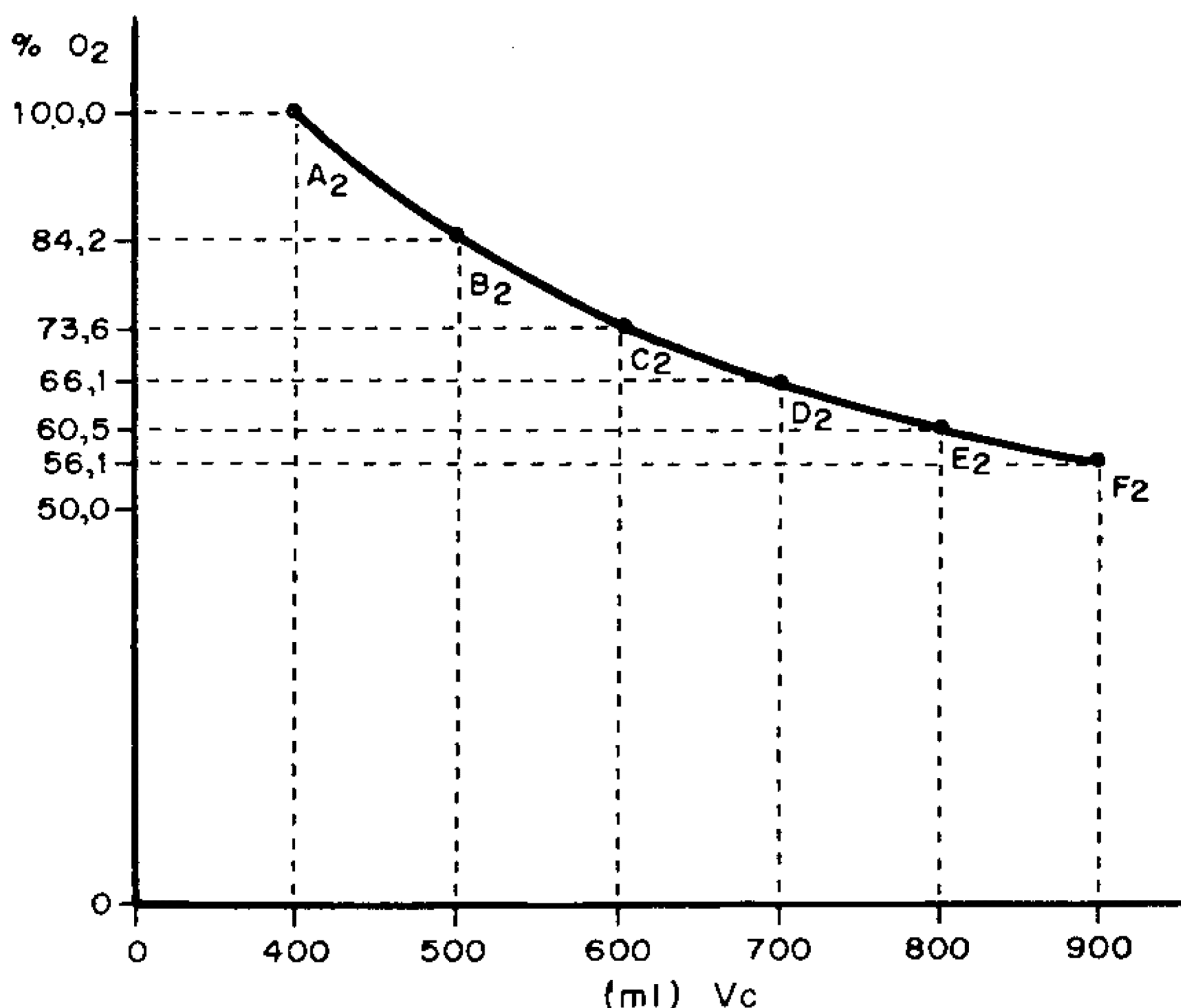


GRÁFICO 1

Variações na concentração de oxigênio, quando o volume corrente e o volume do adicional são constantes, na ausência do tubo e com tubos de diferentes capacidades, crescentes.

A concentração de oxigênio aumenta com a maior capacidade do tubo 7 ($B_1-C_1D_1-F_1$) até o momento em que o volume desse tubo se iguala ao volume do adicional (E_1); desta fase em diante, a concentração não mais se altera (F_1-G_1).

A análise do gráfico 2 mostra, de acordo com a 2.^a suposição, as variações da concentração de oxigênio na mistura fornecida aos pacientes.



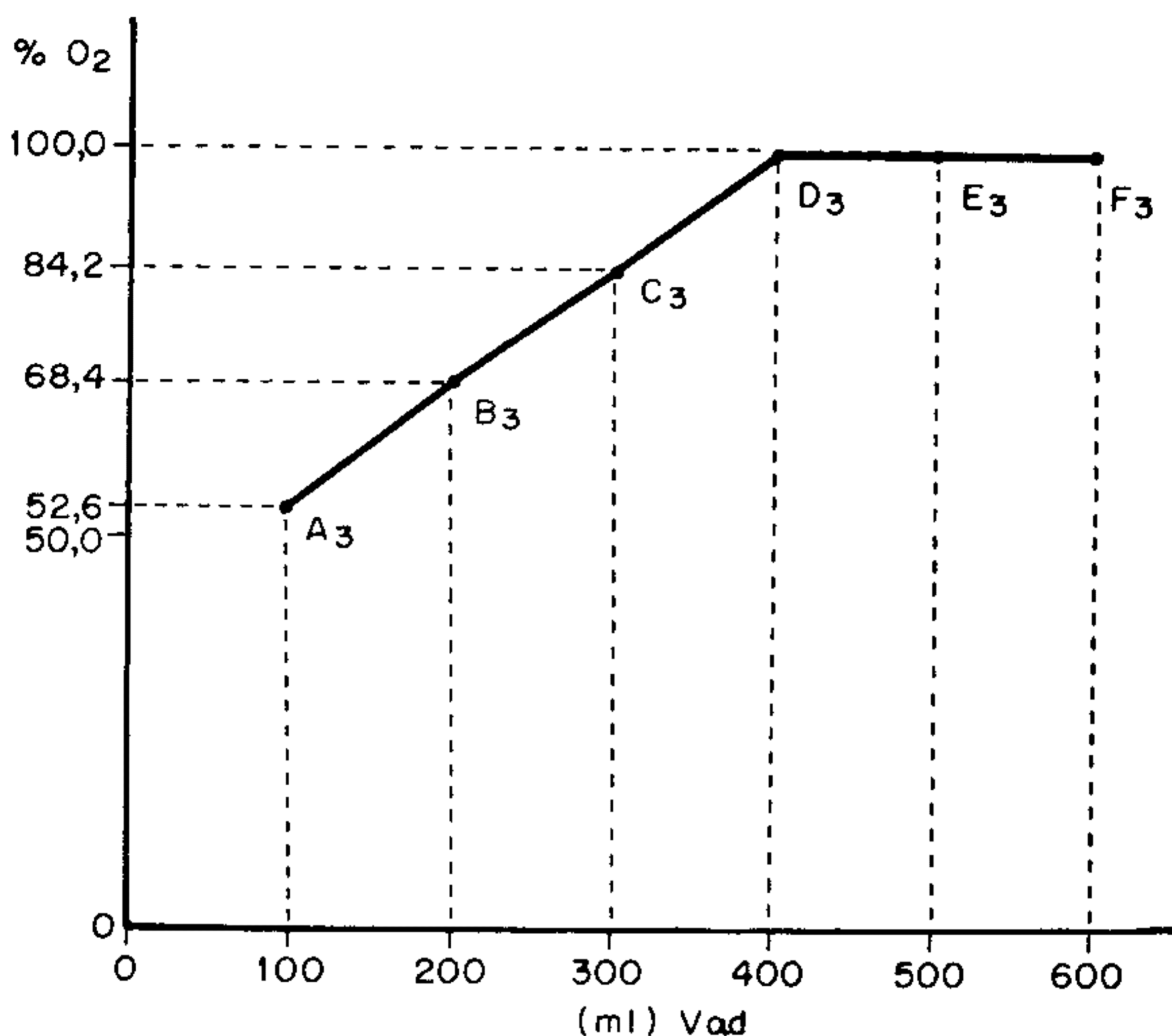
$$V_{ad} = V_t = 200 \text{ ml} \rightarrow \text{CONSTANTES}$$

GRÁFICO 2

Variações na concentração de oxigênio, quando o volume do adicional e volume do tubo são constantes e quando o volume corrente sofre acréscimos.

A concentração de oxigênio cai à medida que o volume corrente aumenta ($B_2-C_2-D_2-E_2F_2$), sendo constantes o volume do adicional e o volume do tubo. Será 100%, quando a soma do volume do adicional mais o volume do tubo for igual (A_2) ou maior que o volume corrente.

A análise do gráfico 3 mostra, de acordo com a 3.^a suposição, as variações da concentração de oxigênio na mistura fornecida aos pacientes.



$$\left. \begin{array}{l} V_c = 500 \text{ ml} \\ V_t = 100 \text{ ml} \end{array} \right\} \text{CONSTANTES}$$

GRÁFICO 3

Variações na concentração de oxigênio, quando o volume corrente e o volume do tubo são, constantes e quando o volume do adicional sofre acréscimos.

A concentração de oxigênio aumenta à medida que se eleva o volume do adicional (A₃-B₃-C₃-D₃), sendo constantes o volume corrente e o volume do tubo, até o momento em que a soma do volume do adicional mais o volume do tubo seja igual (D₃) ou maior (E₃) que o volume corrente, quando passa a ser 100%.

DISCUSSÃO

Embora seja de importância capital, para a manutenção da vida, o oxigênio pode causar transtornos, quando empregado em altas concentrações durante tempo prolongado; é o que se costuma chamar de "toxicidade do oxigênio".

Entre certos riscos de seu uso em altas concentrações, pode-se citar: a) lesão de parênquima pulmonar (reação irritativa do trato respiratório, com congestão capilar; espessamento de membranas alveolares; edema intersticial e intra-alveolar; atelectasia e hemorragia intra-alveolar); b) fibroplasia retrolenticular (que pode surgir nos recém-nascidos); c) irritação traqueal com dor retro-esternal. d) secreções ressequidas e suas decorrências (13).

Portanto, se de um lado é um gás vital, para a maioria dos seres, em especial o homem, de outro pode ser causa de lesões nesses mesmos seres.

O anestesiológia tem contato com o oxigênio na prática diária de sua especialidade e, quando solicitado, na assistência ventilatória a pacientes portadores de diferentes patologias. Para o manuseio desse gás há vários aparelhos de anestesia, respiradores e ventiladores, que permitem seu uso puro (100%) e em mistura com ar. Neste serviço é comum o empregado dos ventiladores modelo 840 (14), da série, que permitem, como foi dito, ventilar com ar (21% de O₂) e com várias outras concentrações de oxigênio até 100%.

Muito se tem referido a respeito desses ventiladores (1,2,4,5,6,7,8,9,10,11,12,14), de seu emprego, ou adaptações, com bons resultados em anestésias, usando diferentes agentes anestésicos inalatórios ou apenas para ventilação.

Normalmente, o volume corrente, que fornecem, pode ser calculado de duas maneiras, conforme a entrada de oxigênio (adicional) esteja após o fole (fórmula B (3), ou baixo do fole, fórmula C (1,2,3) :

$$\begin{array}{ll} \text{(B)} & V_c = V_f + V_{ad} \quad e \\ \text{(C)} & V_c = V_f \end{array}$$

O volume do adicional é facilmente calculado a partir de outra fórmula D, quando não é usado o respirador 670 de Takaoka, para a propulsão do fole, o qual permite regulagem na relação entre tempo de inspiração e expiração (3).

$$\text{(D)} \quad V_{ad} = \frac{F_{ad}}{2 Fr}$$

Tanto para ciclagem a volume ou pressão, particularmente, temos preferência pela utilização do adicional abaixo do fole, pois, dessa forma, o volume corrente estabelecido é graduado com facilidade e diretamente no fole (fórmula-C). Já se o adicional estiver após o fole (fórmula-B), qualquer alteração que haja no volume desse adicional irá alterar o

volume corrente, havendo necessidade de acertar, novamente, a graduação do fole, o que não acontece do outro modo (fórmula-C). Entretanto, com a entrada de oxigênio abaixo do fole, se não houver um tubo (figura 1-7) abaixo dessa entrada, na fase inspiratória haverá perda de um volume adicional e, junto com ele, do agente volátil em uso. Também, se o volume do tubo (V_t) for menor que o volume do adicional haverá perdas, menores, de oxigênio e do agente volátil, na fase inspiratória. Portanto, a finalidade desse tubo é a economia do oxigênio e do agente anestésico inalatório, além de melhorar, em certas circunstâncias, a concentração de oxigênio na mistura a ser inalada pelo paciente, como será visto.

Quando em uso esses ventiladores há uma fórmula, indicada pelo fabricante, e já deduzida (3), para calcular a porcentagem de oxigênio, fórmula E.

$$(E) \quad \%O_2 = 21 + 79 \frac{F_{ad}}{VMR}$$

Como foi referido, se a entrada de oxigênio estiver abaixo do fole e houver, por sua vez, tubos de diferentes capacidades (volumes) abaixo da entrada de oxigênio, essa fórmula deve ser modificada, tornando-se diferente, fórmula A (3), já citada antes.

$$(A) \quad \%O_2 = 21 + 79 \frac{V_{ad} + V_t}{V_c}, \text{ onde:}$$

V_{ad} = volume do adicional

V_t = volume do tubo (dos tubos)

V_c = volume corrente.

Essa fórmula deve ser usada sempre que o volume do tubo for menor que o volume do adicional (3), se for o inverso ($V_t > V_{ad}$), substituir o V_t por outro V_{ad} .

Nela, mantendo-se constantes dois desses volumes e variando o terceiro, deparamo-nos com as três suposições aqui estudadas.

Se o volume corrente (500 ml, por exemplo) e o volume do adicional (200 ml, por exemplo) forem constantes, haverá um aumento na concentração de oxigênio à medida que se aumenta o volume do tubo colocado abaixo do adicional (gráfico 1: $B_1C_1-D_1-E_1$ dos resultados), até o momento em que o

volume do tubo se iguala ao do adicional (gráfico 1: E₁ dos resultados). A seguir, mesmo que se aumente o tubo, a concentração de oxigênio mantém-se a mesma (gráfico 1: F₁-G₁ dos resultados).

Na segunda suposição, volumes do adicional e do tubo são iguais (200 ml, por exemplo) e constantes, a concentração de oxigênio sofre quedas à medida que o volume corrente aumenta (gráfico 2: B₂-C₂-D₂-E₂-F₂ dos resultados). Ela será sempre 100%, quando a soma desses dois volumes (adicional + tubo) for igual ao volume corrente (gráfico 2: A₂ dos resultados), ou maior que ele. "Se houver necessidade de se aumentar o volume corrente, deve-se aumentar, também, o volume do adicional para não haver queda na concentração de oxigênio".

Quanto à terceira suposição, volume corrente (500 ml, por exemplo) e volume do tubo (100 ml, por exemplo) constantes, há um aumento da concentração de oxigênio à medida que o volume do adicional sofre acréscimos (gráfico 3: A₃-B₃-C₃-D₃ dos resultados) também, como na segunda suposição, a concentração será 100%, quando a soma do volume do adicional mais o do tubo for igual (gráfico 3: D₃ dos resultados) ou maior que o volume corrente (gráfico 3: D₃ dos resultados).

CONCLUSÕES

1 — Os ventiladores de Takaoka, da série, modelo 840, são de fácil manuseio, permitindo utilizar oxigênio em diferentes concentrações, variáveis de 21% (ar) até 100%.

2 — Sempre que houver necessidade de aumentar o volume corrente(deverá ser aumentado, também, o volume do adicional, a fim de não ocorrer queda da concentração de oxigênio na mistura inalada.

3 — Com o adicional abaixo do fole, a colocação de um tubo abaixo desse adicional causa economia de oxigênio e de qualquer agente inalatório em uso, assim como, concorre para o aumento da concentração de oxigênio na mistura inalada.

4 — Mesmo que não haja um tubo abaixo da entrada de oxigênio, a concentração de oxigênio na mistura inalada é diretamente proporcional ao volume do adicional.

5 — A concentração de oxigênio será 100% sempre que a soma do volume do adicional mais o do tubo seja igual ou maior que o volume corrente em uso.

6 — Na ausência de um tubo abaixo do adicional, a concentração de oxigênio será 100%, sempre que o volume do adicional for igual ao volume corrente.

SUMMARY**THE TAKAOKA'S VENTILATOR FROM THE SERIES, 840 MODEL:
FUNCTIONAL CONSIDERATIONS**

Oxygen is essential, for life, however, its use isn't free of danger, mainly when utilized in high concentrations, by long time.

Due to this fact, or «oxygen toxicity», in preference, it may be used in a mixture with atmospheric air.

The authors present some comments about its use, utilizing for this, the Takaoka's ventilator from the series 840 model, presenting considerations about variations of the oxygen's concentrations, when occur alterations in the tidal volume, additional volume and in the volume of a tube employed under of the entrance of oxygen in the system.

REFERÊNCIAS

1. Cunto J J de, Biagini J A, Mele R R e Ursolino G L — Sistema circular com o ventilator 850 de Takaoka. Rev Bras Anest 25:93, 1975.
2. Cunto J J de, Biagini J A, Mele R R, Ursolino G L, Soares J R P e Franchi J H — Adaptação do Ventilador 850 de Takaoka para o uso do protóxido de azoto. Rev Bras Anest 25:235, 1975.
3. Cunto J J de e Messenberg R W — Dedução da Fórmula para Cálculo da Porcentagem de oxigênio nos ventiladores modelo 850 de Takaoka e similares. Rev Bras Anest 25:462, 1975.
4. Franzen E — Anestesia em cirurgia pulmonar. Avaliação da ventilação durante bloqueio pulmonar seletivo com o ventilador de Takaoka 850. Rev Bras Anest 23:428, 1973.
5. Hepp A e Vieira Z E G — Ventiladores Brasileiros. Características e análise funcional. Rev Bras Anest 22:185, 1972.
6. Imperatriz P J, Nicoletti R L, De Felício A, Oliveira M P R e Marin J L B — Utilização clínica do ventilador espiromático de Takaoka. Rev Bras Anest 25:476, 1975.
7. Mariani E L — Efeitos da ventilação controlada mecânica sobre o pH e os gases do sangue. Estudo comparativo de 2 ventiladores. Rev Bras Anest 24:538, 1974.
8. Mariani E L, Mathias R S e Cremonesi E — Adaptação do ventilador de Takaoka modelo 850 para o uso do protóxido de nitrogênio e oxigênio. Rev Bras Anest 24:548, 1974.
9. Nicoletti R L, Soares P M, Costa Pereira M S e Pisterna J O B — O uso do ventilador de Takaoka 840 em anestesia. Rev Bras Anest 20:179, 1970.
10. Nocitte J R, Barbosa B I, Costa Neto M E, Zucolotto S N e Machado J F — Estudo comparativo do consumo de agentes relaxantes musculares com o emprego do respirador de Takaoka e do Ventilador de Takaoka 840 em anestesia. Rev Bras Anest 21:302, 1971.
11. Nocitte J R, Zucolotto S N, Machado J F e Villa M O P — Emprego do Ventilador de Takaoka modelo 840 em anestesia pediátrica utilizando-se como analgésico o eter etílico. Rev Bras Anest 22:473, 1972.
12. Sala M A, Grifasi S, Anuchastegui J P e Almerich L A — Emprego do Respirador de Takaoka ciclado a pressão e a volume em anestesia e reanimação. Rev Bras Anest 23:416, 1973.
13. Sykes M K, Mc Nicol M W, Campbell E J M — Insuficiência Respiratória. Ediciones Toray S A España, 1970.
14. Takaoka K — Ventilador 840. Comunicação Jornada Médica Roosevelt Ribeiro. Uberaba, Minas Gerasi, 1969.